Bemerkenswerte neophytische Sippen in der Pteridophyten-Flora Nord-West-Deutschlands

Andreas Sarazin[1], Peter Keil[2], Peter Gausmann[3] und Renate Fuchs[4]
[1]Andreas Sarazin, Heinickestraße 47, D-45128 Essen; andreas.sarazin@gmx.de; [2]Dr. Peter Keil, Biologische Station Westliches Ruhrgebiet e.V., Ripshorster Straße 306, D-46117 Oberhausen; peter.keil@bswr.de; [3]Peter Gausmann, Am Westbach 11, D-44625 Herne; peter.gausmann@botanik-bochum.de; [4]Renate Fuchs, Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, AG Landschaftsökologie, Universitätsstraße 150, D-44780 Bochum; renate.fuchs-mh@t-online.de

Zusammenfassung

In den letzten Jahren gelangen im Ruhrgebiet und im Rheinland mehrere Neufunde für die Farnflora von Deutschland. Es handelt sich um die neophytischen Sippen *Adiantum raddianum*, *Pteris cretica*, *Pteris cretica* var. *albo-lineata*, *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* sowie *Selaginella kraussiana*. Zudem konnte jeweils ein weiterer Nachweis von *Adiantum capillus-veneris* und *Pteris multifida* erbracht werden. Da es sich bei den meisten der hier behandelten Sippen um zytologisch differenzierte Komplexe handelt, wurden mikromorphologische Messungen (u. a. Sporen-, und Stomatagrößen) zur Bestimmung des Ploidiegrades durchgeführt. Das Ergebnis ergab für *Adiantum capillus-veneris* diploide sexuelle Pflanzen, für *Pteris cretica* diploide apomiktische Pflanzen und für *Pteris cretica* var. *albo-lineata* triploide apomiktische Pflanzen. Für *Pteris multifida* wurden tetraploide sexuelle Pflanzen und für *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* triploide apomiktische Pflanzen nachgewiesen. Für *Selaginella kraussiana* und *Adiantum raddianum* konnten aufgrund fehlender Vergleichswerte keine Ploidiestufen ermittelt werden. Die Ausbreitung dieser Sippen wird im atlantisch geprägten Klimabereich West- und Nordeuropas bereits seit Jahren beobachtet, sodass nach den Erstfunden in Nordrhein-Westfalen auch mit einer weiteren Expansion im übrigen Deutschland zu rechnen ist.

Schlüsselworte: *Adiantum raddianum, Adiantum capillus-veneris, Cyrtomium fortunei* var. *clivicola, Pteris cretica, Pteris cretica* var. *albo-lineata, Pteris multifida, Selaginella kraussiana,* Neophyten, Ausbreitung

Summary

Remarkable neophytic fern taxa in the flora of Northwest Germany

During the last years in the Ruhr area and in the Rheinland area several fern species have been detected new to the wild flora of Germany. These are the neophytic taxa *Adiantum raddianum*, *Pteris cretica*, *Pteris cretica* var. *albo-lineata*, *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola,* as well as *Selaginella kraussiana*. Additionally, new locations have been found for the already known *Adiantum capillus veneris* and *Pteris multifida*. Since most of the above mentioned Taxa represent cytological differentiated species complexes, micro-morphologic measurements (spore and guard cell sizes) were taken to determine the ploidy levels. These measurements showed that *Adiantum capillus veneris* are diploid sexual plants, and for *Pteris cretica* diploid apomictic plants. For *Pteris cretica* var. *albo-lineata* the measurements showed triploid apomictic plants. The specimens of *Pteris multifida* were measured as tetraploid sexual plants and *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* as triploid apomictic plants. For *Selaginella kraussiana* and *Adiantum raddianum* no ploidy level could be determined due to missing references. The establishment and even the propagation of these taxa has already been known for years in the Atlantic climatic area of Western and Northern Europe, therefore, according to these first findings in North Rhine-Westphalia, we can expect these species to spread further east.

Keywords: *Adiantum raddianum, Adiantum capillus-veneris, Cyrtomium fortunei* var. *clivicola, Pteris cretica, Pteris cretica* var. *albo-lineata, Pteris multifida, Selaginella kraussiana,* neophyte, range expansion

1. Einleitung

Seit mindestens 20 Jahren sind in der Farnflora Nordrhein-Westfalens stetige Veränderungen zu beobachten. Eindrucksvolle Beispiele sind die Arealerweiterungen der indigenen Arten *Asplenium adiantum-nigrum* (Keil & Kordges 1998, Keil et al. 2009), *Asplenium scolopendrium* (Keil et al. 2002 , Keil et al. 2012), *Dryopteris affinis* s. l. (Gausmann et al. 2010) und *Polystichum aculeatum* (Gausmann et al. 2004), die, ursprünglich im Mittelgebirge beheimatet, mittlerweile weit ins Norddeutsche Tiefland (Niederrheinisches Tiefland und Westfälische Bucht) vordringen. Gleichzeitig sind vermehrt Verwilderungen von neophytischen Farnarten beobachtet worden, von denen bislang wenige oder keine Vorkommen bekannt waren. Hierzu zählen z. B. *Azolla filiculoides* (Düll & Kutzelnigg 1987, Hussner 2006, Keil et al. 2008) und *Onoclea sensibilis* (Fuchs & Keil 2004). Seit wenigen Jahren fallen im Ruhrgebiet und im Rheinland insbesondere Verwilderungen von subtropisch beheimateten Farnarten in Kellerlichtschächten und Brunnen aber auch an Mauern auf, die überwiegend als Zimmerpflanzen im Gartenhandel erhältlich sind (Keil et al. 2009, Dierkes et al. 2005). Hierzu zählen *Adiantum capillus-veneris*, *Adiantum raddianum und Pteris cretica* var. *albo-lineata*. Jüngste Beispiele für weitere verwilderte neophytische Farntaxa sind *Pteris multifida, P. cretica* s. str., *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* sowie *Selaginella kraussiana*, die im Folgenden näher vorgestellt werden.

Neophytische Farnpflanzen sind im Vergleich zu Blütenpflanzen in Deutschland ausgesprochen selten. Während in den atlantisch geprägten Klimaregionen Europas bereits seit vielen Jahren Verwilderungen der hier behandelten Farntaxa beobachtet werden (z. B. BSBI 2010a–h, Edgington 2008), sind diese in Deutschland zum größten Teil erst innerhalb der letzen sieben Jahre erstmalig nachgewiesen worden.

2. Methodik

Während der Freilanduntersuchungen im Rahmen der floristischen Kartierungen des Ruhrgebietes wird seit einigen Jahren auch ein besonderes Augenmerk auf Sonderstandorte wie Mauern, Brunnen- und Kellerlichtschächte gelegt. Dabei wurden vermehrt Funde der behandelten Taxa gemacht (z. B. Dierkes et al. 2005, Keil et al. 2002, Keil et al. 2009). Angeregt durch diese Veröffentlichungen und mehrere Vorträge wurden den Autoren von Prof. Dr. K. Adolphi, I. Gorissen, G. und P. Kulbrock, N. Neikes sowie S. Piller Funde auch außerhalb des Ruhrgebietes mitgeteilt und freundlicherweise für die Veröffentlichung zur Verfügung gestellt.

Zur Bestimmung der mikromorphologischen Merkmale wurde Sporangienmaterial von Herbarbelegen in Glyceringelatine eingebettet und mit einem Lichtmikroskop Länge sowie Breite (bzw. Durchmesser und Höhe bei trileten Sporen) des Exospors von jeweils 20 Sporen bei 400-facher Vergrößerung mit einer geeichten Okularstrichplatte bestimmt. Zur Ermittlung von Stomata- und Epidermiszellgrößen wurde Herbarmaterial 5 Min. in Wasser gekocht, anschließend bei Raumtemperatur in NaOH-Lsg. (konz.) 10 Min. inkubiert und mit Wasser gespült. Danach wurden die Proben bis zur völligen Entfärbung in 3 %iger NaOCl-Lsg. gegeben und wieder mit Wasser gespült. Nach 30 Min. Inkubation in 25 %iger Essigsäure und anschließender Spülung mit Wasser wurde das Material mit Simplicol 2632 leicht rot angefärbt. Die Messung erfolgte wie bei der Sporenvermessung.

3. Ergebnisse

Pteris multifida Poiret ex Lam.

Der Spinnen-Saumfarn oder Vielspaltige Saumfarn stammt ursprünglich aus Ostasien (Japan, China). Nach Walters et al. (1986) ist die Art ein häufiger Farn im Handel, welcher Temperaturen von 0 bis -5°C ertragen kann. In dem chinesischen Teilareal zeigt *P. multifida* die Fähigkeit, auch kontaminierte, mit Schwermetallen belastete Standorte, insbesondere arsenhaltige Böden zu besiedeln (Zheng et al. 2003). Wichtige Bestimmungsmerkmale von *P. multifida* finden sich bei Walters et al. (1986). Danach ist *P. multifida* gekennzeichnet durch dünne, meist dunkelgrüne Wedel, welche 30–60 cm oder länger werden können. Die Wedel sind aufsteigend bis gebogen und weisen einen unregelmäßig linearen bis eiförmigen Blattumriss auf, der zum Grund hin abgeflacht ist. Die Rhachis ist im oberen Teil geflügelt. Die Fiederblätter sind zum Ende hin zugespitzt und bisweilen fein gesägt. Bisher weisen alle Chromosomenzählungen *P. multifida* als eine allotetraploide, sexuelle Sippe aus.

Der Erstnachweis der Sippe für Deutschland erfolgte in Baden-Baden, wo meist kleine Pflanzen schon seit den 1960er Jahren bekannt sind. Die Artzugehörigkeit der Pflanzen, die um die warme „Fettquelle" am Florentinerberg wachsen, blieb jedoch sehr lange unklar, bis Radkowitsch (2008) diese als *Pteris multifida* bestimmt hat. Radkowitsch gibt einen Bestand von ca. 25 meist kleinen Pflanzen in den Mauerfugen des südexponierten Treppenaufganges an. Bei einer Überprüfung eines Hinweises aus dem Internet über ein Vorkommen von *Pteris* in Baden-Baden wurde in 2007 von A. Sarazin der Standort aufgesucht. Dabei konnten auch oberhalb der Quelle in Mauerfugen einer Plateaueinfassung wuchskräftige Pflanzen von *P. multifida* gefunden und ein Wedel zur Bestimmung entnommen werden. Insgesamt wurden ca. 50 Individuen verschiedenster Größe und unterschiedlichen Alters notiert, die meisten davon allerdings steril. Untersuchungsergebnisse zur mikromorphologischen Bestimmung sind in Tab. 1 zusammengefasst. Die Ergebnisse weisen die untersuchten Pflanzen als tetraploid, sexuell aus.

P. Gausmann konnte im Juni 2009 den zweiten Nachweis der Art erbringen. In der Innenstadt von Herne im zentralen Ruhrgebiet wuchsen drei Exemplare von *P. multifida* in einem Kellerlichtschacht (Abb. 1). Die Pflanzen waren allesamt sehr vital und fertil. Der Standort ist hier durch ausgeprägte Trockenheit gekennzeichnet, da sich der Kellerlichtschacht unter einem Dachtrauf befindet und so vor Niederschlägen geschützt ist. Die mikromorphologischen Messungen kennzeichneten auch diese Pflanzen als tetraploid, sexuell. Tab. 2 gibt einen Überblick über die aktuellen Fundpunkte der Sippe in Deutschland.

Tab. 1: Messungen zur Mikromorphologie bei *Pteris multifida* Poiret ex Lam.

Quelle	Stomatalänge × -breite [µm]	Sporen Ø [µm]
Herne	(32,0) 36,1 (41,8) × (19,7) 22,6 (24,6)	(34,4) 35,7 (36,9) (64 Sporen/Sporangium) damit sexuell
Baden-Baden	(34,4) 38,7 (41,8) × (18,5) 23,1 (24,6)	(33,9) 35,3 (37,3) (64 Sporen/Sporangium) damit sexuell
Kanamori (1974)		(26,4) 32,9 (39,6)

Tab. 2: Verwilderte Vorkommen von *Pteris multifida* Poiret ex Lam. in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Baden-Baden	Mauern an der Fettquelle	ca. 25 Expl.	Bretter	1964	Radkowitsch (2008)
Baden-Baden	Mauern an der Fettquelle, Mauerfugen einer Plateaueinfassung	ca. 50 Expl.	A. Sarazin	2007	eig. Erhebung
Herne	Kellerlichtschacht	3 Expl.	P. Gausmann	2009	eig. Erhebung



Abb. 1: *Pteris multifida* in einem Kellerlichtschacht in Herne; Foto: P. Gausmann

Pteris cretica L.

Als Kretische Saumfarne wird ein Formenkreis von mehreren apomiktischen und sexuellen anisophyllen Sippen der Pteridaceae verschiedener Ploidiestufen zusammengefasst und deshalb von den Autoren als sensu lato (s. l.) verstanden. Die Sippen des Komplexes sind meist tropisch bis subtropisch beheimatet (vgl. Walker 1962), erreichen aber mit einer in Südeuropa indigenen Sippe, *Pteris cretica* s. str., die Alpen. Alle Pflanzen dieses Komplexes haben eine ähnliche Morphologie: Die Wedel sind unpaarig gefiedert. Es sind immer mehrere Fiederpaare beidseitig der Rhachis ausgebildet, wobei die unterste Fieder in zwei große Abschnitte geteilt ist. Die unpaarig gefiederten, sterilen Wedel haben lediglich ein weiteres Paar Fiedern mit mehr oder weniger gesägten Blatträndern. Die fertilen Wedel besitzen eine längere Rhachis und weisen häufig mehrere Fiederpaare neben dem untersten, geteilten auf. Cytologische Studien und Prothallienuntersuchungen bei *Pteris cretica* weisen auf mindestens vier unterscheidbare Cytotypen hin.

Bisher sind den Autoren zwei Vorkommen von Pflanzen aus dem Komplex bekannt geworden: In 2007 wurde von Herrn S. Piller (Wuppertal) in Velbert-Langenberg ein Wuchsort von *Pteris cretica* s. str. entdeckt. Daneben gelang C. Riedel (Oberhausen) mit *P. cretica* var. *albo-lineata* ebenfalls im Jahr 2007 ein weiterer Fund aus diesem Komplex in Oberhausen, im westlichen Ruhrgebiet (Keil et al. 2009). Bei beiden Funden handelt es sich jeweils um den Erstnachweis für Deutschland.

Das Linné'sche Typusexemplar zu *Pteris cretica*, ein Lectotypus, ist nach Sporenmessungen durch Holttum (zitiert in Verma & Khullar 1965) diploid apomiktisch. Somit können die diploid apomiktischen, indigen europäischen Vorkommen als *Pteris cretica* s. str. bezeichnet werden, da nur diese Formen nachgewiesen sind. Die Nordgrenze des natürlichen Verbreitungsgebietes von *Pteris cretica* s. str. zieht sich von Japan und Korea in Ostasien entlang des Himalajas quer durch Asien bis in die Türkei und erreicht Europa mit vereinzelten Vorposten (vgl. z. B. Dostál 1984; Conrad 1986; Lee et al. 1990; Marchetti 2004; Moser et al. 2001; Sant 2002a, b; Suzuki & Iwatsuki 1990; Verma & Khullar 1965). Die Verbreitung dieser Sippe in Europa beschränkt sich nach Walker (1993) auf die Gebiete südlich der Alpen: In Frankreich sind Vorkommen im Département des Alpes-Maritimes bekannt (Salanon & Gandioli 1991). Ebenfalls befinden sich Populationen auf Korsika (Litardière 1920, Conrad 1986). Für Italien sind Pflanzen aus dem Veneto (Lorenzon & Busnardo 1993), aus dem Piemonte und der Lombardia (Peroni & Peroni 1993) bekannt. In der Schweiz tritt die Art vor allem im Tessin auf (Käsermann & Moser 1999). Alle indigenen Vorkommen in Europa sind gesetzlich geschützt.

Das 2007 von S. Piller (Wuppertal) in Velbert-Langenberg gefundene Vorkommen ist fertil und besteht aus zwei Pflanzen in den Ritzen eines verfallenen Gewächshauses (Tab. 3 und Abb. 2). Es geht sehr wahrscheinlich auf Sporenaussaat von dort ehemals angepflanzten Individuen zurück. Die Pflanzen selbst können aufgrund des Wuchsortes nicht eingesetzt worden sein. Der Zustand und der Bewuchs mit einheimischen Holzpflanzen deuten darauf hin, dass das Haus bereits vor vielen Jahren zusammengebrochen ist. Der Standort ist den Witterungsbedingungen vollkommen ausgesetzt, allerdings durch Reste der Bebauung etwas vor Niederschlägen und Ausstrahlung geschützt. *Pteris cretica* s. str. stellt dort somit einen letzten Hinweis auf die vorherige Nutzung des Gebäudes dar. Aktuelle Beobachtungen (Januar 2010) zeigten vor allem Trockenschäden an den größten Wedeln, die kleineren blieben grün. Die Messungen zur Mikromorphologie weisen die Pflanzen als diploid apomiktisch aus (Tab. 4).

Als Weißgestreifte Kretische Saumfarne werden häufig alle weiß-panaschierten Formen (helle Mittelrippe) von *Pteris cretica* s. l. bezeichnet, wobei die Weißfärbung der Fiedern stark variieren kann. In der Erstbeschreibung der Sippe gibt Hooker (1860) neben einer sehr knappen Diagnose einen Hinweis darauf, wo diese Sippe ehemals indigen zu finden war: "*Pteris cretica* var. *albo-lineata* [...] *We were lately favoured with healthy living plants of this from our valued correspondent, Mr.*

Tab. 3: Verwilderte Vorkommen von *Pteris cretica* s. str. in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Velbert-Langenberg	verfallenes Gewächshaus	2 Expl.	S. Piller	2007	R. Piller, schriftl. Mitt.

Tab. 4: Messungen zur Mikromorphologie bei *Pteris cretica* s. str.

Quelle	Stomatalänge × -breite [µm]	Sporen Ø × Höhe [µm]
HOLTTUM in VERMA & KHULLAR (1965); Typusbeleg		34–38 × k. Ang. (keine Angabe) damit 2n apomiktisch
Velbert-Langenberg	(29,5) 33,3 (38,1) × (14,8) 18,7 (22,1)	(34,4) 36,1 (38,1) × (24,6) 29,1 (32,0) (16 Sporen/Sporangium) damit 2n apomiktisch
VERMA & KHULLAR (1965)		37–41 × k. Ang. (2n apomiktisch)
KANAMORI (1974)		(26,4) 34,3 (56,1) × k. Ang. (2n apomiktisch) (26,4) 35,1 (52,8) × k. Ang. (2n apomiktisch)



Abb. 2: *Pteris cretica* s. str. in einem verfallenen Gewächshaus in Velbert-Langenberg; Foto: S. Piller

Binnendyk of the Buitenzorg Botanic Garden, Java, in which country it is a native". MANTON (1950) gibt als einen möglicherweise indigenen Ursprungsort der von ihr untersuchten Pflanzen Sri Lanka an: „... *var.* albo-lineata*, for this was decribed by Hooker as a wild variety with variegated fronds native to the Far East, and comparison which I have been able to make with a reputedly wild specimen from Cylon supplied by Peradenya Botanic Gardens showed no detectable difference of any kind between it and examples of the variety already in cultivation in England*". Ein ostasiatischer, möglicherweise polytoper Ursprung dieser Varietät ist daher sehr wahrscheinlich.

Die Fundumstände und die Wuchsbedingungen eines Vorkommens in Oberhausen sind in Keil et al. (2009) ausführlich dargestellt (Tab. 5 und Abb. 3). Nach mikromorphologischen Messungen sind die Pflanzen triploid apomiktisch (Tab. 6). Da mindestens zwei Cytotypen der Sippe existieren, aber in der Literatur kein Hinweis auf den Ploidiegrad der von Hooker (1860) beschriebenen Pflanzen zu finden sind, werden die in Oberhausen nachgewiesenen Individuen mit s. l. bezeichnet.

Tab. 5: Verwilderte Vorkommen von *Pteris cretica* var. *albo-lineata* s. l. in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Oberhausen	Kellerlichtschacht	5 Expl.	C. Riedel, P. Keil	2007	Keil et al. (2009)

Tab. 6: Messungen zur Mikromorphologie bei *Pteris cretica* var. *albo-lineata* s. l.

Quelle	Stomatalänge × -breite [µm]	Sporen Ø [µm]
Oberhausen	(36,9) 46,4 (51,7) × (24,6) 29,2 (34,4) damit 3n apomiktisch	Pflanzen steril
Kanamori (1974)		(23,1) 35,7 (49,5) × k. Ang. (2n apomiktisch) (23,1) 36,2 (56,1) × k. Ang. (2n apomiktisch) (29,7) 43,1 (56,1) × k. Ang. (3n apomiktisch)



Abb. 3: *Pteris cretica* var. *albo-lineata* s. l. in einem Kellerlichtschacht in Oberhausen; Foto: P. Keil

Cyrtomium falcatum (L.) C. Presl s. l.

Als Sichel-Ilexfarn oder Mondsichelfarn wird ein sino-japanischer Sippenkomplex bezeichnet. Die Pflanzen haben meist ledrig derbe, trichterförmig angeordnete einfach gefiederte Wedel, die bis zu 70 cm lang werden. Die Fiedern sind bis 10 cm lang und meist zugespitzt. Nach Matsumoto (2003) besteht der Komplex aus diploid sexuellen (ssp. *littorale* und ssp. *australe*), einer dihaploid apomiktischen (namenlos), mehreren triploid apomiktischen (ssp. *falcatum*, *C. atrovirens*, *C. caryotideum* und *C. fortunei* var. *clivicola*), je einer tetraploid sexuellen (*C. devexiscapulae*) und tetraploid apomiktischen (namenlos) sowie mehreren namenlosen pentaploid apomiktischen Sippen hybridogenen Ursprungs. In seinem Ursprungsgebiet steigen die Pflanzen von den Spritzwasserfelsen der Küsten bis ca. 800 m ü. NN auf. Die sexuellen Sippen weisen 64 Sporen je Sporangium auf, die apomiktischen Formen erzeugen nur 16 bzw. 32 Sporen (Mei-Lu & Cheng 2003, Lu et al. 2006, Matsumoto 2003, Sato 1984). Durch apomiktische Hybriden ist der Komplex mit vielen sexuellen Sippen verbunden. Einen Überblick über die genetische Verwandtschaft der einzelnen Sippen ist bei Matsumoto (2003) zu finden. Dem Komplex nahe stehend ist z. B. *Cyrtomium fortunei* J. Sm. s. str., eine sino-japanische, diploid sexuelle (2n = 82) Art. In seinem Ursprungsgebiet ist dieser Sichelfarn collin bis montan verbreitet (Mei-Lu & Cheng 2003) und weist 64 Sporen pro Sporangium auf (Nakato et al. 1995). Durch die hybridogen entstandene apomiktische Sippe var. *clivicola* ist *C. fortunei* s. str. mit *C. falcatum* s. l. verbunden. Hinter dem Sippennamen *C. fortunei* var. *clivicola* verbirgt sich das in der europäischen Literatur sowie im Gartenhandel als *C. fortunei* bezeichnete Taxon – der Ostasiatische Sichelfarn.



Abb. 4: *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* an einer Mauer in Köln; Foto: K. Adolphi

Tab. 7: Verwilderte Vorkommen von *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Köln	Mauerfuß	1 Expl.	K. Adolphi	2006	schriftl. Mitt.
Straelen	Backsteinmauer	3 Expl.	N. Neikes	2006	schriftl. Mitt.
Düsseldorf	Kellerlichtschacht	1 Expl.	P. Keil, R. Fuchs	2009	Keil et al. (2009)
Düsseldorf	Gully	1 Expl.	P. Keil, R. Fuchs	2009	Keil et al. (2009)
Essen	Grugapark, unter Felsen	2 Expl.	A. Sarazin	2009	eig. Erhebung

Tab. 8: Messungen zur Mikromorphologie bei *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola*

Quelle	Sporenlänge × -breite [µm]	Stomatalänge × -breite [µm]	Epidermiszelllänge × -breite, abaxial [µm]
Düsseldorf Kellerlichtschacht	Pflanze steril	(43,1) 51,2 (61,5) × (32,0) 37,7 (44,3)	(113,2) 147,2 (187,0) × (39,4) 54,2 (71,3)
Köln, Mauerfuß	(34,4) 42,7 (46,7) × (22,1) 28,0 (32,0) (32 Sporen / Sporangium)	(44,3) 47,7 (56,6) × (32,0) 37,4 (41,8)	(95,9) 133,8 (169,7) × (37,1) 47,5 (51,9)
Essen Grugapark verwildert	Pflanzen steril	(49,2) 59,2 (66,4) × (34,4) 42,2 (50,4)	(135,3) 180,3 (209,1) × (54,1) 71,7 (86,1)
Straelen, Backsteinmauer	Pflanzen steril	(45,5) 56,3 (62,7) × (29,5) 41,0 (51,7)	(159,9) 209,1 (265,7) × (45,5) 56,3 (62,7)
Essen, Grugapark gepflanzt	(36,9) 39,2 (41,8) × (24,6) 26,9 (29,5) (32 Sporen/Sporangium) damit apomiktisch	(45,5) 55,2 (61,5) × (32,0) 36,8 (41,8)	(123,0) 145,8 (191,9) × (44,3) 56,5 (76,3)
Garten H. Bäppler, Drohlshagen gepflanzt	(32,0) 41,3 (56,6) × (24,6) 29,3 (32,0) (32 Sporen/Sporangium) damit apomiktisch	(55,4) 62,1 (66,4) × (36,9) 39,7 (44,3)	(108,2) 141,8 (196,8) × (32,0) 41,3 (49,2)
Peroni & Peroni (2000)	30 – 42 × k. Ang.	(42) 50 (60) × (27) 31,5 (36)	(78) 129 (159) × (45) 57 (72)

In Deutschland werden Pflanzen des Ostasiatischen Ilexfarns häufig in Gewächshäusern, seit einigen Jahren auch vermehrt im Freiland gepflanzt. In 2006 wurde diese Sippe gleich von zwei Standorten zum ersten Mal für Deutschland verwildert nachgewiesen: in Köln (K. Adolphi, unveröff., Abb. 4) und im niederrheinischen Straelen (N. Neikes, unveröff.). Die Pflanzen wurden von den Autoren zu dieser Sippe gestellt. In Köln wächst an einem Mauerfuß im Botanischen Garten eine gut entwickelte, fertile Pflanze. Dieser Bestand hat sich bis Januar 2010 um zwei Jungpflanzen vergrößert. Das Straelener Vorkommen bestand ebenfalls zunächst aus einer Pflanze und hat sich in 2009 ebenfalls um zwei weitere Pflanzen vergrößert. Im Winter 2009/2010 ist die älteste Pflanze dort vermutlich eingegangen. Im Jahr 2009 wurden Pflanzen dieser Sippe in Düsseldorf gefunden: Je eine ältere, sterile Pflanze wächst dort in einem Kellerlichtschacht und eine jüngere, sterile Pflanze in einem Straßengully (Keil et al. 2009). Wiederum

in 2009 wurden von A. Sarazin zwei Pflanzen von *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* in Essen entdeckt: Zwei kleine, sterile Pflanzen wuchsen dort im Grugapark unter einem aus gestalterischen Gründen abgelegten Felsbrocken Südwest exponiert zwischen Kalkschotter. Die Stöcke wurden im Zuge von Reinigungsarbeiten bald darauf entfernt. Eine Nachsuche in 2010 zeigte am gleichen Standort aber wieder Pflanzen. Alle Vorkommen zeigen deutliche Wachstumseinschränkungen. Die Wedel sind meist nicht vollständig bzw. z. T. schadhaft entwickelt. Bis auf das Köllner Vorkommen aus sehr kleinen Pflanzen sind die Vorkommen bisher steril geblieben. Eine aktuelle Übersicht über die bekannten Funde der Sippe ist in Tab. 7 zusammengefasst. Tab. 8 gibt eine Übersicht über mikromorphologische Messwerte. Die Untersuchungen der Belege weisen die Vorkommen als triploid apomiktisch aus, wobei eine sehr große Variabilität zwischen den einzelnen Individuen besteht.

Adiantum capillus-veneris L.

Der von Linné (1753) aus Südeuropa beschriebene Frauenhaarfarn bildet einen weltweit in mindestens 2 Cytotypen auftretenden Artenkomplex, dessen Sippen taxonomisch noch nicht unterschieden werden. Daher wird der Frauenhaarfarn von den Autoren als sensu lato (s. l.) aufgefasst. Die Pflanzen besitzen an den kurzen, mit hellbraunen Spreuschuppen besetzten Rhizomen lang gestielte, bis zu 40 cm lange Wedel. Die Blattstiele sind dunkelbraun bis schwarz, zierlich dünn und sehr stabil. Die Spreite ist mehrfach gefiedert. Die Sporangien werden in Gruppen von einem rechteckig ausgezogenen Blattrand als einzelne Sori überdeckt. Die Nervatur endet in den Fiedern in den ausgezogenen Spitzen des Spreitenrandes. Wegen seiner leichten Vermehrung ist der Frauenhaarfarn eine beliebte Gewächshauspflanze und wird zudem auch für wissenschaftliche Fragestellungen untersucht (z. B. Doi et al. 2006, Doi & Shimazaki 2008). Eine diploid sexuelle Sippe, *A. capillus-veneris* s. str. (2n = 60), wird indigen für Süd-Europa, Afrika und Asien angegeben (z. B. Dostál 1984, JSPS 2010, Roux 2009). In Nord- und Mittelamerika treten neben neophytisch diploiden auch indigene tetraploide Pflanzen von *A. capillus-veneris* s. l. auf (z. B. Paris 1993). Über die genetische Herkunft dieser tetraploiden Sippe ist in der Literatur noch keine Angabe zu finden. Künstlich wurden autotetraploide Pflanzen aus europäischem Material erzeugt (Verma & Loyal 1960).

Tab. 9: Verwilderte Vorkommen von *Adiantum capillus-veneris* s. str. in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Köln	Mauer	1 Expl.	W. Kunick	1982	Dierkes et al. (2005)
Bonn	Bot. Garten, Mauerritze	kleiner Bestand	I. Gorissen	2008	schrift. Mitt.

Tab. 10: Messungen zur Mikromorphologie bei *Adiantum capillus-veneris* s. str.

Quelle	Stomatalänge × –breite [µm]	Sporen Ø × Höhe [µm]
Bonn	(24,6) 33,8 (40,6) × (22,1) 30,2 (36,9)	(43,1) 48,0 (51,7) × k. Ang.
Murtaza et al. 2006		(37) 42 (45) × 47

Der älteste Nachweis einer Verwilderung des Frauenhaarfarns in Deutschland konnte von den Autoren nicht ermittelt werden. Wahrscheinlich ist dieser von W. Kunick 1982 in Köln erfolgt (vgl. Dierkes et al. 2005). Neophytisch tritt der Frauenhaarfarn seit einigen Jahren in Bayern auf, wo die Sippe in der Liste der Unbeständigen geführt wird (Scheuerer & Ahlmer 2003). In 2008 wurde von I. Gorissen ein kleiner Bestand in Bonn in Mauerritzen entdeckt (Tab. 9). Bei den Vorkommen handelt es um die diploide, sexuelle Sippe (Tab. 10).

Adiantum raddianum s. l. C. Presl

Die Rundsorigen Frauenhaarfarne stammen ursprünglich aus dem tropischen und subtropischen Mittel- und Südamerika, wo die bis zu 50 cm großen Wedel an schattigen, steilen Felskanten zu finden sind (Moran et al. 1995). Das Auftreten verschiedener Cytotypen im Gesamtareal (z. B. Bir & Irudayaraj 2001) deutet darauf hin, dass es sich auch hierbei um einen Komplex verschiedener Sippen handelt, die bisher taxonomisch noch nicht getrennt werden. Daher wird dieser von den Autoren als sensu lato (s. l.) aufgefasst. Die Verbreitung der einzelnen Cytotypen ist nicht geklärt. Die Morphologie der Wedel von *Adiantum raddianum* ist ähnlich der von *A. capillus-veneris*, jedoch sind die Sori von einem nierenförmigen, fast runden Indusium umschlossen und die Nervatur endet in den Buchten des Blattrandes (zur Bestimmung siehe auch Dierkes et al. 2005). Zur Unterscheidung der einzelnen Cytotypen liegen in der Literatur noch keine Merkmale vor.

Der Erstnachweis für Deutschland gelang 2005 in Essen (Dierkes et al. 2005). Mehrere Pflanzen wuchsen dort in Kellerlichtschächten. Der Bestand war im Winter 2009/2010 immer noch sichtbar, allerdings mit stärkeren Trockenschäden. In 2006 wurde ein Exemplar des Rundsorigen Frauenhaarfarns in einem Brunnen in Bielefeld (schrift. Mitt. G. & P. Kulbrock, Abb. 5) entdeckt. Im Jahr 2007 kamen Funde aus Oberhausen (C. Riedel, P. Keil) und Göttingen (Dickoré et al. 2008/2009) hinzu. Im Jahr 2008 wurden weitere Funde für Mülheim an der Ruhr (P. Keil) und Bonn (schriftl. Mitt. I. Gorissen) gemeldet (Tab. 11). Die genauen Fundumstände und Beschreibungen der Wuchsorte im Ruhrgebiet sind in Dierkes et al. (2005) sowie Keil et al. (2009) dargestellt. Aufgrund fehlender Vergleichswerte aus der Literatur konnte für die untersuchten Belege ohne eine Chromosomenzählung kein Ploidiegrad ermittelt werden. Sie gehören jedoch alle einer Ploidiestufe an (Tab. 12).

Tab. 11: Verwilderte Vorkommen von *Adiantum raddianum* s.l. in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Essen	Kellerlichtschacht	ca. 30 Expl.	A.-H. Dierkes	2005	Dierkes et al. (2005)
Bielefeld	Brunnen	1 Expl.	G. & P. Kulbrock	2006	schriftl. Mitt.
Oberhausen	Kellerlichtschacht	9 Expl.	C. Riedel, P. Keil	2007	Keil et al. (2009)
Göttingen	Innenstadt, Kellerlichtschacht	1 Expl.	B. Dickoré, K. Lewejohann	2007	Dickoré et al. (2008/2009)
Mülheim/Ruhr	Brunnen	4 Expl.	P. Keil	2008	Keil et al. (2009)
Bonn-Bad Godesberg	Kellerlichtschacht	kleine Gruppe	I. Gorissen	2008	schriftl. Mitt.

Tab. 12: Messungen zur Mikromorphologie bei *Adiantum raddianum* s. l.

Quelle	Stomatalänge × –breite [µm]	Sporen Ø [µm]
Essen	(22,1) 27,1 (32,0) × (20,9) 29,7 (33,2)	
Bonn-Bad Godesberg	(22,1) 29,4 (34,4) × (22,1) 30,0 (35,7)	(36,9) 42,1 (48,0)



Abb. 5: *Adiantum raddianum* s. l. in einem Brunnenschacht in Bielefeld; Foto: G. & P. Kulbrock

Selaginella kraussiana s. l. (G. Kunze) A. Braun

Krauses Moosfarn stammt ursprünglich aus Afrika. Kunze (1844) gibt in seiner Erstbeschreibung als Herkunft „*In sylvis Zitzikamma districtus Uitenhage in terra detexit Kraus Martio 1839. Ad portum Natalensem inter Omfondi et Tagela in sylvis umbrosis humidis, et in coronis rupium saxis adpressum*“ – im heutigen Südafrika – an. Nach van Leeuwen et al. (2005) ist die Sippe in weiten Teilen Afrikas von Sierra Leone im Westen bis Äthiopien im Osten und Südafrika im Süden verbreitet (vgl. auch Roux 2009). Für die Azoren wurde *S. kraussiana* (synonym mit *S. azorica* Baker) lange Zeit als neophytisch betrachtet. Neuere palynologische Untersuchungen konnten jedoch belegen, dass die Sippe schon mehrere Tausend Jahre auf den Inseln heimisch ist (van Leeuwen et al. 2005). Die Sippe ist weltweit eine der wenigen Arten innerhalb der Selaginellaceae, von der mehrere Ploidiestufen bekannt sind (Jermy et al. 1967, Obermayer et al. 2002). Die Sippen werden taxonomisch nicht getrennt, daher wird die Sippe von den Autoren als s. l. betrachtet.

Im Grugapark, einem großen offenen Landschaftspark im bergischen Teil der Ruhrgebietsstadt Essen, wurde im Jahr 2008 von A. Jagel (Bochum) und in 2009 von A. Sarazin unabhängig

Tab. 13: Verwilderte Vorkommen von *Selaginella kraussiana* s.l. in Deutschland

Ort	Wuchsort	Population	Finder	Datum	Quelle
Essen	Grugapark	ohne Angabe	A. Jagel	2008	schriftl. Mitt.
Essen	Grugapark	ca. 1.000 m²	A. Sarazin	2009	eig. Erhebung

Tab. 14: Messungen zur Mikromorphologie bei *Selaginella kraussiana* s. l.

Quelle	Stomatalänge × -breite [µm]	Mikrosporen Ø [µm]	Megasporen Ø [µm]
Essen Grugapark	(24,4) 30,4 (48,0) × (18,5) 21,2 (24,6)	(27,1) 31,7 (34,4)	ca. 500–800
Leeuwen et al. (2005)		26–32	ca. 750
Robert (1973)		50–70 (tetraploid?)	
Robert (1971)			800–1500 (tetraploid?)



Abb. 6: *Selaginella kraussiana* s. l. im Grugapark in Essen; Foto: A. Sarazin

voneinander eine Art aus der Gattung *Selaginella* verwildert festgestellt (Tab. 13) und schließlich von A. Sarazin als *Selaginella kraussiana* s. l. bestimmt (Tab. 14, Abb. 6 und 7). Die Bewertung als s. l. ist auf fehlende Unterscheidungsmerkmale der Cytotypen zurückzuführen. Auf etwa 1.000 m² (Bestand in 2010) wächst die Art dort im Freien im Bereich des Nadelbaumarboretums nahe den Gewächshäusern. Die Pflanzen sind durchweg fertil und sehr kräftig ausgebildet. Die Art ist vom tiefen Schattenbereich unterhalb der Koniferen bis auf die offenen Flächen der Wie-



Abb. 7: Herbarbeleg von *Selaginella kraussiana* s. l von einem Vorkommen im Grugapark in Essen; Foto: A. Sarazin

sen vertreten. Sie wächst im Schatten konkurrenzlos als dichter, etwa sechs Zentimeter hoher Teppich, nur begleitet von der ebenso neophytischen *Duchesnea indica*, im weniger beschatteten Bereich immer noch dominierend zusammen mit einigen wenigen Arten des Schatten-Zier-Rasens (*Prunella vulgaris, Ranunculus repens, Geum urbanum, Lolium perenne* und *Bellis perennis*). Erst im sonnigen Bereich der Wiesen tritt Krauses Moosfarn nur noch vereinzelt zwischen den Rasenarten auf. Die Flächen werden mehrmals im Jahr gemäht und so werden Sprossstükke mit Hilfe der Mähmaschinen in andere Bereiche übertragen. Die Flächenausdehnung lässt vermuten, dass die Sippe sich dort schon mehrere Jahre ausbreitet. Auf Nachfrage im Garten, konnte keine Jahreszahl für die erste Ansiedlung angegeben werden, allerdings ist er dort schon einige Jahre bekannt. Eine Quelle für die Ansiedlung kann in den nah gelegenen Gewächshäusern vermutet werden, in denen die Art als Bodendecker eingesetzt wird. Ob der Bestand allein durch vegetative Ausbreitung oder auch durch generative Ansiedlung entstanden ist, lässt sich nicht klären. Im Winter 2009/2010 war die Fläche über mehrere Wochen mit Schnee bedeckt. An Schnee freien Tagen waren die Pflanzen aber auch den bis zu -15°C betragenden Tiefsttemperaturen ausgesetzt.

4. Diskussion

Die hier behandelten Farntaxa zeichnen sich mehrheitlich durch einen zytologisch differenzierbaren Sippenkomplex aus. Das Auftreten verschiedener Vermehrungstypen und Ploidiestufen innerhalb eines Taxons, aber auch häufige Hybridbildung sowie weitere gärtnerisch entwickelte Varietäten, erschweren die Identifizierung verwilderter Sippen. Die exakte Sippenansprache ist daher fast ausschließlich mittels mikromorphologischer Messmethoden möglich (*Adiantum capillus-veneris* s. str. [2n, sexuell], *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola* [3n, apomiktisch], *Pteris cretica* s. str. [2n, apomiktisch], *Pteris cretica* var. *albo-lineata* s. l. [3n, apomiktisch], *P. multifida* [4n, sexuell]). Aufgrund bisher fehlender taxonomischer Sippentrennung in der Literatur und damit einhergehendem Mangel an veröffentlichen Messdaten kann z. T. keine Zuordnung zu einer Ploidiestufe erfolgen (*Adiantum raddianum* s. l., *Selaginella kraussiana* s. l.).

Die Zytodiversität der Taxa liegt in den Ursprungsländern vermutlich um ein vielfaches höher als bei kultivierten Sippen, die nur einen kleinen Ausschnitt der Sippenkomplexe darstellen. Durch gärtnerische Züchtungen gelangen weitere Formen und Varietäten in den Handel, die eine weitere Sippenaufspaltung vor allem der apomiktischen Taxa zur Folge haben. Desweiteren können Hybridisierung verwilderter oder kultivierter Sippen, die geographisch in ihren Ursprungsarealen getrennt sind, zur Bildung von Anökophyten führen. Diese Sippendiversität ist heute taxonomisch und nomenklatorisch nicht befriedigend geklärt. Im Einzelfall führt Kultivierung und Verwilderung zu naturschutzfachlichen Problemen, wenn, wie am Beispiel der in Europa geschützten diploid apomiktischen *Pteris cretica* s. str., einerseits ein Ersatz dieser Sippe durch triploid apomiktische Pflanzen und andererseits auch eine Hybridisierung zwischen neophytischen und indigen Vorkommen nicht ausgeschlossen werden kann.

Die in den letzten Jahren für Deutschland nachgewiesen neophytischen Farntaxa besiedeln durchweg Wuchsorte an außergewöhnlichen, anthropogen erzeugten Sonderstandorten. So fanden sich Exemplare von *Adiantum raddianum* s. l., *Adiantum capillus-veneris* s. str., *Cyrtomium fortunei* var. *clivicola*, *Pteris cretica* s. str., *Pteris cretica* var. *albo-lineata* s. l. und *Pteris multifida* fast ausschließlich in Kellerlichtschächten, Brunnen oder an Mauern. Hierbei muss von einer selbständigen Ansiedlung durch Sporenanflug ausgegangen werden. Eine vegetative Ausbreitung durch heruntergefallene Pflanzenteile z. B. in die Kellerlichtschächte oder Brunnen kann ausgeschlossen werden, da die Wurzelstöcke der Pflanzen in den Fugen der senkrechten Mauern eingewachsen sind und es unwahrscheinlich ist, dass Pflanzenteile präzise in diese Ritzen fallen (siehe dazu Keil et al. 2009). Das Vorkommen von *Selaginella kraussiana* s. l. befindet sich in der stark beschatteten Krautschicht eines Nadelholz-Aboretums, welches nur wenige indigene Begleittaxa aufweist und somit für den Moosfarn einen konkurrenzarmen Wuchsort darstellt.

Die hier diskutierten Farntaxa sind allesamt im nördlichen und westlichen Europa zunächst in Ländern mit atlantisch geprägten Klima aufgetreten (z. B. Clement & Foster 1994, Stace 2001, Verloove et al. 2007). Erst in den Folgejahren sind diese auch in Mitteleuropa und Deutschland beobachtet worden. Dies lässt vermuten, dass auch zukünftig mit einer weiteren Ausbreitung solcher ursprünglich tropisch-subtropisch verbreiteter Farntaxa, insbesondere im atlantisch beeinflussten Klimabereich Mitteleuropas zu rechnen ist. Beispielsweise gelangen nach dem Erstfund von *Adiantum raddianum* s. l. im Ruhrgebiet in kurzen Zeitabständen hintereinander Nachweise in Bonn,

Bielefeld und Göttingen. Die Besiedlung zunächst lokalklimatisch begünstigter Wuchsorte wie Brunnen, Kellerlichtschächten und Mauern kann als Ausgangspunkt der Dispersion fungieren wobei zukünftig damit zu rechnen ist, das auch weitere Wuchsorte wie z. B. natürliche Felsstandorte besiedelt werden könnten. Die Wuchsstörungen und Sterilität bei vielen der oben aufgeführten Populationen sind als Hinweis darauf zu deuten, dass sich die aktuellen Wuchsorte an der im Moment möglichen Arealgrenze der einzelnen Sippen befinden. Wie sich die Dynamik dieser Grenzen darstellt ist für weitere Untersuchungen sicher ein lohnenswerter Arbeitsgegenstand.

5. Danksagung

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. H. Wilfried Bennert für die langjährige freundschaftliche Verbundenheit, die zahlreichen anregenden Diskussionen, Exkursionen und methodischen Hinweise. Prof. Dr. K. Adolphi, I. Gorissen, Dr. A. Jagel, G. & P. Kulbrock, N. Neikes sowie S. Piller danken wir für die freundlichen Fundmitteilungen. M. Lubienski danken wir für zahlreiche Literaturhinweise. L. Rüdiger danken wir für Hilfe bei der Literaturbeschaffung, C. Buch gebührt Dank für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. H. Bäppler danken wir für die Überlassung von Pflanzenmaterial für Vergleichsmessungen. Dr. M. Gülpen danken wir für die Möglichkeit, aus dem Grugapark in Essen Pflanzenmaterial für Untersuchungen entnehmen zu dürfen.

6. Literatur

Bir, S.S. & Irudayaraj, V. (2001): Cytology of some ferns from the Nilgiris – IV. – Fern Gaz. **16**: 177–190.

BSBI (2010a): Verbreitungskarte *Pteris multifida* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=3795.0&sppname=Pteris multifida&commname= [2010-01-25].

BSBI (2010b): Verbreitungskarte *Pteris cretica* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=2506.0&sppname=Pteris cretica&commname=Ribbon fern [2010-01-25].

BSBI (2010c): Verbreitungskarte *Cyrtomium falcatum* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=2502.0&sppname=Cyrtomium falcatum&commname=House Holly-fern [2010-01-25].

BSBI (2010d): Verbreitungskarte *Cyrtomium fortunei* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=990133.0&sppname=Cyrtomium fortunei&commname= [2010-01-25].

BSBI (2010e): Verbreitungskarte *Selaginella kraussiana* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=1887.0&sppname=Selaginella kraussiana&commname=Krausˆs Clubmoss [2010-01-25].

BSBI (2010f): Verbreitungskarte *Pteris nipponica* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=990295.0&sppname=Pteris nipponica&commname= [2010-01-25].

BSBI (2010g): Verbreitungskarte *Adiantum capillus-veneris* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=17.0&sppname=Adiantum capillus-veneris&commname=Maidenhair Fern [2010-01-25].

BSBI (2010h): Verbreitungskarte *Adiantum raddianum* http://www.bsbimaps.org.uk/atlas/map_page.php?spid=990105.0&sppname=Adiantum raddianum&commname=Maidenhair fern [2010-01-25].

Clement, E.J. & Foster, M.C. (1994): Alien Plants of the British Isles. – Botanical Society of the British Isles, London.

Conrad, M. 1986: *Pteris cretica* L. – In: Jeanmonod, D., Boquet, G. & Burdet, H.-M. (eds.) 1986: Notes et contributions à la flore de Corse. – Candollea **41**: 1–61.

Dickoré, W.B., Lewejohann, K. & Urner, R. (2009): Neufunde, Bestätigungen und Verluste in der Flora von Göttingen (Süd-Niedersachsen). – Flor. Rundbr. **42** (2008): 5–59.

Dierkes, A.-H., Sarazin, A., Fuchs, R., Loos, G.H. & Keil, P. (2005): Ein Vorkommen von *Adiantum raddianum* C. Presl (*Adiantaceae*) in Essen (Nordrhein-Westfalen). – Flor. Rundbr. **39**: 45–49.

Doi, M. & Shimazaki, K.-I. (2008): The Stomata of the Fern *Adiantum capillus-veneris* Do Not Respond to CO_2 in the Dark and Open by Photosynthesis in Guard Cells. – Plant Physiology **147**: 922–930.

Doi, M., Wada, M. & Shimazaki, K.-I. (2006): The Fern *Adiantum capillus-veneris* Lacks Stomatal Responses to Blue Light – Plant Cell Physiol. **47**: 748–755.

Dostál, J. (1984): Pteridaceae. – In: Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band I, Teil 1, Pteridophyta, 3. Aufl.: 103–105. – Parey, Berlin, Hamburg.

Düll, R. & Kutzelnigg, H. (1987): Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung. Mit Angabe der Standortansprüche, Herkunft, Einbürgerungsweise und Gefährdung aller im weiteren Raum um Duisburg seit 1800 beobachteten Gefässpflanzen, 2. Aufl. Neubearbeitet von Kutzelnigg, H. – IDH-Verlag, Rheurdt.

Edgington, J. (2008): Urban ferns. – Pteridologist **5**: 5–7.

Fuchs, R. & Keil, P. (2004): *Onoclea sensibilis* L. – der Perlfarn im Duisburg-Mülheimer Wald (Westliches Ruhrgebiet, Nordrhein-Westfalen). – Flor. Rundbr. **37**: 103–107.

Gausmann, P., Keil, P., Loos, G.H. & Haeupler, H. (2004): Einige bemerkenswerte floristische Funde auf Industriebrachen des mittleren Ruhrgebietes. – Natur u. Heimat (Münster) **64**: 47–54.

Gausmann, P., Sarazin, A., Neikes, N. & Büscher, D. (2010): Vorkommen der *Dryopteris affinis*-Gruppe in der Westfälischen Bucht und dem Niederrheinischen Tiefland. – Jb. Bochumer Bot. Ver. 1: 64–74.

Hooker, W.J. (1860): *Pteris cretica* L. var. *albo-lineata* – Curtis Bot. Mag. **86**: pl. 5194.

Hussner, A. (2006): Die aquatischen Neophyten in Nordrhein-Westfalen. – Decheniana **159**: 39–50.

Jermy, A.C., Jones, K. & Colden, C. (1967): Cytomorphological variation in *Selaginella*. – J. Linn. Soc. London **60**: 147–158.

JSPS (Japanese Society for Plant Systematik) 2010: *Adiantum capillus-veneris* aus der Datenbank zur Flora von Japan. http://foj.c.u-tokyo.ac.jp/gbif/foj/ [25.01.2010].

Kanamori, K. (1974): On the Interrelation between Size and Ploidy of Spore in Pteridaceae (sensu Copeland) – Special reference to the genus *Pteris*. – Saitama-Daigaku-kiy –Ky iku-Gakubu Journal of Saitama University Faculty of Education/S gaku shizen kagaku Mathematics and natural sciences.

Käsermann, C. & Moser, D.M. (1999): Merkblätter Artenschutz – Blütenpflanzen und Farne. Stand: Oktober 1999. – Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Schweiz.

Keil, P., Kordges, T. (1998): Wiederfund des Schwarzen Streifenfarnes (*Asplenium adiantum-nigrum* L.) in der Westfälischen Bucht. – Natur u. Heimat (Münster) **58**: 65–68.

Keil, P., Buch, C., Fuchs, R. & Sarazin, A. (2012): Arealerweiterung der Hirschzunge (*Asplenium scolopendrium* L.) am nordwestdeutschen Mittelgebirgsrand im Ruhrgebiet. – Decheniana **165**: 55–73.

Keil, P., Kowallik, C., Kricke, R., Loos, G.H., Pasquale, U. & Schlüpmann, M. (2008): Bericht für das Jahr 2007. – Jahresber. Biol. Station Westliches Ruhrgebiet **5**: 1–87.

Keil, P., Sarazin, A., Fuchs, R. & Riedel, C. (2009): *Pteris cretica* s. l. (Pteridaceae/Pteridophyta) und *Adiantum raddianum* s. l. (Adiantaceae/Pteridophyta) in Licht- und Brunnenschächten im Ruhrgebiet – breiten sich subtropische Farnarten im Ruhrgebiet aus? – Kochia **4**: 135–145.

Keil, P., Sarazin, A., Loos, G.H. & Fuchs, R. (2002): Eine bemerkenswerte industriebegleitende Pteridophyten-Flora in Duisburg – im Randbereich des Naturraumes „Niederrheinisches Tiefland" – Decheniana **155**: 5–12.

Kunze, G. (1844): *Lycopodium* (*Selaginella*) *Kraussianum*. – Linnaea **18**: 114.

Lee, C.S., Oh, Y.C. & Lee, S. (1990): A taxonomy of Korean Pteridaceae on the basis of spore morphology. – Korean J. Pl. Taxonomy **20**: 243–256.

Leeuwen, J.F.N. v., Schäfer, H., Knaap, W.O. v.d., Rittenour, T., Björck, S. & Ammann, B. (2005): Nativ or introduced? Fossil pollen and spores may say. An example from the Azores Islands. – In: Nentwig, W. et al. (eds.): Biological Invasions – From Ecology to Control. – Neobiota **6**: 27–34.

Linné, C. (1753): *Adiantum Capillus veneris*. – Species plantarum. Bd. 2: 1096.

Litardière, R. de (1920): Recherches sur l'élément chromosomique dans la caryocinèse somatique des Filicinées. – La Cellule **31**: 253–473, pl. 1–11.

Lorenzon, N. & Busnardo, G. (1993): Segnalazioni flogistiche Italiane 745: *Pteris cretica* L. (Pteridaceae). – Inform. Bot. Italiano **25**: 219.

Lu, J.-M., Cheng, X., Wu, D. & Li, D.-Z. (2006): Chromosome study of the fern genus *Cyrtomium* (Dryopteridaceae). – Bot. J. Linn. Soc. **150**: 221–228.

Manton, I. (1950): Problems of Cytology and evolution in the Pteridophyta. – Cambridge: University Press.

Marchetti, D. (2004): Le Pteridofite d'Italia. – Ann. Mus. Civ. Rov., Sez. Arch. Stor. Sci. Nat. **19**: 71–231.

Matsumoto, S. (2003): Species Ecological Study on Reproductive Systems and Speciation of *Cyrtomium falcatum* complex (Dryopteridaceae) in Japanese Archipelago – Ann. Tsukuba Bot. Garden **22**: 1–141.

Mei-Lu, J. & Cheng, X. (2003): Distributional study of the genus *Cyrtomium* C. Presl (Dryopteridaceae). In Chandra, S. & Srivastava, M. (eds.): Pteridology in the new millennium: 133–141. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Moran, R.C., Zimmer, B. & Jermy, A.C. (1995): *Adiantum* L. – In: Davidse, G., M. Sousa S., M. & Knapp, S. (eds.): Flora Mesoamericana, Vol. 1, Psilotaceae a Salviniceae: 106–117. – Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología , Mexico D.F., Missouri Botanical Garden, Missouri, The Natural History Museum, London.

Moser, D.M., Käsermann, C. Palese, R., Bäumler, B., Gygax, A. & Wyler, N. (2001): Fortschritte in der Floristik der Schweizer Flora (Gefäßpflanzen). – Bot. Helv. **111**: 87–106.

Murtaza, G., Asghar, R., Majid, S.A., Waheed, A. & Mirza, S.N. (2006): Anatomical and palynological studies on some filicales from Neelum valley Muzaffarabad, Azad Kashmir. - Pak. J. Bot. **38**: 921–929.

Nakato, N., Kato, M. & Liu, B.-D. (1995): A cytotaxonomic study of some ferns from Jiangsu and Zhejiang Provinces, China. – J. Jap. Bot. **70**: 194–204.

Obermayer, R., Leitch, I.J., Hanson, L., Bennett, M.D. (2002): Nuclear DNA C-values in 30 species double the familial representation in pteridophytes. – Ann. Bot. (London) **90**: 209–217.

Paris, C.A. (1993): *Adiantum* Linnaeus. Maidenhair fern. – In: Flora of North America Editorial Committee (ed.): Flora of North America North of Mexico, Vol. 2, Pteridophytes and Gymnosperms: 125–130. Oxford University Press, New York, Oxford.

Peroni A. & Peroni G. (1993): Prima segnalazione di *Pteris cretica* L. in provincia di Varese (Pteridophyta: Pteridaceae). – Riv. Mus. Civ. Sci. Nat. Induco Olona **16**: 41–45.

Peroni, A. & Peroni, G. (2000): Epidermiological notes on *Cyrtomium falcatum* (L. fil.) C. Presl and *C. fortunei* J. Sm. (Pteridophyta, Dryopteridaceae). – Boll. Soc. Tic. Sci. Nat. **88**: 25–27.

Radkowitsch, A. (2008): Bemerkenswerte Adventivpflanzen am Florentinerberg in Baden-Baden (Südwestdeutschland). – Carolinea **66**: 5–10.

Robert, D. (1971): Le gamétophyte femelle de *Selaginella kraussiana* (Kunze) A. Br. I. Organisation general de la megaspore. Le diaphragm et l'endospore. Les reserves. – Rev. Cytol. Biol. Vég. **34**: 96–164.

Robert, D. (1973): Le gamétophyte male de *Selaginella kraussiana* (Kunze) A. Br. Organisation et développement. Étude en microscope électronique. – Ann. Sci. Nat. Bot. (Paris) XII **14**: 465–504.

Roux, J.P. (2009): Synopsis of the Lycopodiophyta and Pteridophyta of Africa, Madagascar and neighbouring islands. – Strelitzia **23**: 1–296.

Salanon, R. & Gandioli, J.F. (1991): Cartographie floristique en réseau de ravins et des vallons côtiers ou affluents du Var dans les environs de Nice, Alpes-Maritimes. – Biocosme Mésogéen **8**: 1–394.

Sant, S. (2002, „2001") a: Nouveautés sur la chorologie du Genre *Pteris* L. (Pteridaceae) dans le Département des Alpes-Maritimes (France). – Biocosme Mésogéen **18**: 85–98.

Sant, S. (2002, „2001“) b: Corrections à apporter à l’article «Nouveautés sur la chorologie du Genre *Pteris* L. (Pteridaceae) dans le Département des Alpes-Maritimes (France). – Biocosme Mésogéen **18**: 143–145.

Sato, T. (1984): Life History Characteristic of *Cyrtomium falcatum* around the Natural Northern Boundary in Hokkaido, with Reference to the Alternation of Generations. –Bot. Mag. (Tokyo) **97**: 1–12.

Scheuerer, M. & Ahlmer, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz **165** (Beitr. Artenschutz **24**): 1-372.

Stace, C. (2001): New Flora of the British Isles, ed. 2. – Cambridge University Press, Cambridge.

Suzuki, T. & Iwatsuki, K (1990): Genetic variation in agamosporous fern *Pteris cretica* L. in Japan. – Heredity **65**: 221–227.

Verloove, F. Ham, R. v. d. & Denters, T. (2007): Exotische muurvarens in België en Nederland. – Dumortiera **92**: 1–16.

Verma, S.C. & Khullar, S.P. (1965): Cytogenetics of the Western Himalayan *Pteris cretica* Complex. – Ann. Bot. (London) **29**: 673–682.

Verma, S.C. & Loyal, C.S. (1960): Colchi-Autotetraploidy in *Adiantum capillus-veneris*. – Nature **188**: 1210–1211.

Walker, T.G. (1962): Cytology and Evolution in the fern genus *Pteris* L. – Evolution **16**: 27–43.

Walker, T.G. (1993): *Pteris*. In: Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (eds.): Flora Europea, Vol. 1. Psilotaceae to Platanaceae, 2. Aufl.: 14. – Cambridge: Cambridge University Press; 2. Aufl.

Walters, S.M., Brady, A., Brickell, C.D., Cullen, J., Green, P.S., Lewis, J., Matthews, V.A., Webb, D.A., Yeo, P.F. & Alexander, J.C.M. (1986): European Garden Flora, Vol. I, Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae – Monocotyledones (Part 1). – Cambridge University Press. Cambridge.

Zheng, M.X., Xu, J.M., Smith, L. & Naidu, R. (2003): Why a fern (*Pteris multifida*) dominantly growing on an arsenic heavy metal contaminated soil does not accumulate arsenic? – J. Phys. IV **107**: 1409–1411.